

ORMAN NAKLİYAT PLANLAMASINDA ARAZİ SINIFLANDIRMASININ ÖNEMİ

A.O. Altunel¹, F. Akyüz²

¹Kafkas Üniversitesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Orman İnşaatı, Geodezi ve Fotogrametri Programı, Artvin, aoaltunel@hotmail.com

²İstanbul Üniversitesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Ölçme Bilgisi ve Kadastro Programı, Bahçeköy, İstanbul, fevza@istanbul.edu.tr

ÖZET

İçinde bulunduğumuz süreçte, üstesinden gelinmesi zorunlu, karşılaşılan en önemli sorunlardan biri, ülkemizde ve Dünya üzerindeki arazi tipleri ve insanların etkisi ile oluşan, kullanım şekilleri arasındaki değişimlerin anlaşılmasıdır. Arazilerin, kullanılması düşünülen amaçlara hizmet edebilecek biçimde sınıflandırılmaları, kendilerinden beklenecek hizmet ve faydalanmanın, azami seviyelerde elde edilebilmesini sağlayacaktır. Bu çalışma, Karabük ili sınırları içindeki, Batı Karadeniz Ormancılık Enstitüsü'ne bağlı, Büyükdüz Araştırma Ormanı arazisinin, orman içinde öncelikli olarak yürütülebilecek hasat çalışmaları için ihtiyaç duyulacak bir nakliyat şebekesine referans niteliği taşıyacak, bir arazi uygunluk sınıflamasının oluşturulmasını içermektedir. Çok Kriterli Karar Verme yöntemi uygulanarak oluşturulan arazi uygunluk sınıflaması üzerinden planlanan nakliyat şebekesinin, çalışma sürdüğü esnada orman içinde halihazırda yer almakta olan nakliyat şebekesine kıyasla daha az, yol metraji gerektirdiği, buna karşın ormana daha iyi erişim sağladığı, kıyaslamalarla tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Ormancılık, Sayısal Arazi Modelleri, Arazi kullanımı, Arazi Bilgi Sistemleri

ABSTRACT

THE IMPORTANCE OF LAND CLASSIFICATION IN LOGGING PLANNING

Within the time period we are living today, one of the toughest problems that needs urgent addressing, is to understand the changes and interactions, occurring due in part to human needs, of land cover and land use both in our country and around the World. Classification of lands that will enable them to function properly, will maximize the usefulness of that land. In the scope of this paper, it was intended to produce a land classification that would serve as a reference before laying out the logging planning in a hypothetical setting in a Research Forest of Western Black Sea Forestry Institution. Through a GIS backed by a Multi Criteria Decision Making system, a land suitability classification was created After planning a hypothetical logging operation, it was clear forest exploitation ratio was better requiring less construction .

Keywords: Forestry, Digital Terrain Models, Land Classification, Land Information Systems

1.GİRİŞ

Arazi sınıflandırılması, kimi zaman tanımlandığı biçimiyle, ekolojik maksatlı arazi sınıflandırması, içerisinde yaşadığımız çevreyle alakalı isimlendirilebilen ve varlığı inkar edilemez bütün unsurlar ve bunlar arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılmasına yönelik yürütülen çalışmaların bir bütünüdür. Arazi şekilleri, toprak tipleri, su kaynakları, iklim, bitkisel ve hayvansal ortamda yaşayan bütün canlılar ve insan müdahaleleri ve bunlar arasındaki karşılıklı etkileşimler, arazi sınıflandırılması esnasında dikkate alınması gereken unsurların başlıcalarını teşkil ederler. Başka bir ifade ile bu yaklaşım, tabii çevrenin, hiçbirisi bir diğerinden daha önemli olmayan sınırlı sayıda değişkene bağlı olarak tabakalara ayrıştırılmasıdır.

Araziler, dünya üzerinde birçok yerde, farklı amaçlar göz önünde bulundurularak: imar/iskân, tarımsal, ormancılık, su kaynaklarını korunması ve verimlerinin artırılması, doğal hayatı korumaya yönelik, vb, sınıflandırılmaktadırlar.

Ormanlar, insan hayatının başlangıcından, sona erdiği ana gelene kadar, birçok sahada kullanım alanı olan, odun hammaddesinin yegâne üretim sahalarıdır. Odun, günümüzde çok yaygın olarak kullanılan değerli endüstriyel bir madde haline gelmiştir. Toplumlar geliştikçe ve içinde yaşayan bireylerin ihtiyaçları çeşitlilik kazandıkça, odun hammaddesine duyulan gereksinim de her geçen gün daha fazla hissedilmeye başlamıştır. Talebi karşılamak maksadı ile daha önceleri ormanları üzerlerinde taşıyan arazi koşullarının imkânsızlıklardan dolayı gidilemeyen yerler bile bugün sınır tanımayan teknolojik gelişmelerle donatılmış makine ve ekipman sayesinde kolayca erişilebilir hale gelmişlerdir. Bütün bunlar sürerken, ihtiyaçlarının karşılanmasını talep eden bireyler, aynı zamanda da içinde yaşadıkları çevre ve onun korunması içinde seslerini her türlü ortamda yükseltir hale gelmişlerdir. Azalan ormanlar neticesinde, tahrip olan insan, hayvan ve

Orman Nakliyat Planlamasında Arazi Sınıflandırmasının Önemi

bitki yaşam alanları, biyo-çeşitliliğin zarar görmesi, meydana gelen erozyon olayları sonucu denizlere taşınan milyonlarca ton toprak, kirlenen su kaynakları vb, insanları daha duyarlı olmaya mecbur bırakmaktadır.

Ormanların işletmeye açılabilmelerinin, çeşitli yolları bilinmesine rağmen, dünyada ve ülkemizde en yaygın olarak kullanılanı, orman arazisinin bir nakliyat (yol) şebekesi ile donatılmasıdır. Bu işlem, hasat edilecek orman servetinin bulunduğu araziye kadar uzanan bir yol güzergâhının araziye uygulanması ve bu yol üzerinden yürütülen tomruk nakliyatını içine alan bir, uygulamadır. Onaylanmış bir yol güzergâhını araziye uygulamak için yapılacak ilk iş, yol gövdesinin yapılacağı güzergâh boyunca mevcut ağaçların kesilmesidir. Bu, ahenk içinde hassas dengelere dayalı yaşayan bir ekosistemi, tabii ve insan kaynaklı her türlü etkiye açık bir hale dönüştürmektedir. Çoğu zaman sadece orman ürünlerinin taşınması maksadı ile yapılan bu yollar, oldukça düşük standartlarda inşa edilmekte, yüzey tesviyesi dışında, bir satih kaplama materyali bile döşenmeden, toprak olarak kullanılmaktadırlar. Bu şekilleri, acele verilmiş kararlar ve itinasız inşa teknikleri ile birleşince, ormanlarda meydana gelen erozyonunun başlıca sebeplerini ortaya çıkarmaktadır. Oluşan sediment, çoğu zaman orman arazisinin içinde yer alan su kaynaklarına ulaşmakta ve bunların içinde yaşayan canlıların yaşam koşullarını bozmakta, şehirlerin su şebekelerine karışmaktadır. Oluşan yüzeysel erozyon sonucu taşınan materyal, sadece toprak olarak kalmamakta, ağır metaller, kimyasal ve biyolojik atıklar, çözünmüş bitki besinleri, zararlı ot ve canlıların kontrol edilmesi için kullanılan herbisit ve pestisitler de, su kaynaklarına ulaşabilmektedir.

Ormanların, değişik yetiştirme ortamlarında, farklı topoğrafik özellikleri barındıran arazide yer alması, bunların işletmeye açılabilmesi için, her seferinde farklı çözümlerin üretilmesini gerektirmektedir. Arazi, uygulamanın üzerinde gerçekleştirileceği bir veridir, özelliklerinin değiştirilebilmesi ihtimali, göz ardı edilebilecek kadar azdır. Buna karşın, nakliyat şekilleri, kullanılan ekipman, tomruk boyları ve uygulanacak üretim yöntemleri, her zaman idare edenler tarafından belirlenir. Ancak, kullanılacak yöntem ve yöntemin uygulanacağı, orman ve arazi durumunun, her iki bakış açısından da rasyonel faydalanmayı sağlayacak noktada buluşması gerekmektedir. Bu şekilde, güvenli, çevreyi koruyan, orman varlığının devamlılığını sürekli gözeten, sürdürülebilir işletmeciliğin uygulanması mümkün olur. Yine, sadece bu şekilde silvikültürel ve ekonomik bakımdan da, işletme amaçları sağlanmış olur.

Arazi ve taşıdığı özelliklere göre uygun nakliyat yöntemleri ve bunların uygulanabilmelerini sağlayacak araç gereç var olduğu gibi, bunlarla, amacı gerçekleştirebilecek üretim metotları gerçekleştirmek de imkânlar dâhilindedir. Anlaşılabileceği biçimde, nakliyat şekli, araçları ve üretim şekli sürekli birbiri ile ilişkilidir.

Özetlemek gerekirse, üzerinde işletilmek maksadı ile orman serveti bulunan her arazi, olumlu yada olumsuz kendine has özellikler taşır ve bunların bilincinde olunarak hazırlanmış nakliyat plânları sayesinde, doğrudan yada dolaylı istenmeyen çevresel etkilere sebep olmadan, ormancılığa yönelik işlevlerin yürütülebilmesini sağlayacak şekilde işletmeye açılabilir.

Bu çalışmada, “işletmeye açılması yada farklı bir maksatla aşılması gereken bir ormanlık araziye uygulanması düşünülen bir yol şebekesine referans teşkil edecek, hem ormancılık hem de çevrenin hassasiyetlerini göz önünde bulunduracak bir arazi sınıflandırmasının yapılması”, amaçlanmıştır.

1.1. Orman Nakliyatı

Orman ürünlerinin nakliyatı, öncelikli olarak, kesilip kütüğü dibinde hazırlanmış tomrukların depolanacak yada nakledilecekleri orman yolu kenarına kadar, çeşitli vasıtalarla sürütülme veya kablolu hatlarla çekilerek içinde bulundukları bölme/bölmecikten çıkarılması (primer transport) ve sonrasında belli faktörlere dayalı olarak plânlanıp hayata geçirilen, belli bir yoğunluktaki orman yol şebekesi üzerinde kamyonlar vasıtası ile taşınmaları (sekonder transport), şeklinde iki safhada yürütülür. Bazı hallerde, bütün gövde ve bütün ağaç şeklinde de gerçekleştirilen ve primer transport, bölmeden çıkarma veya sürütme olarak da isimlendirilen bu çalışma ormancılıkta taşınmanın en güç ve masraflı bölümünü oluşturmaktadır. Birim uzunluk için, bölmeden çıkarma masrafı, aynı uzunluk söz konusu olduğunda kamyonla yürütülecek nakliye masrafından 10-20 misli ve birçok durumda daha da yüksek olduğundan dolayı, nakliyatın iyi plânlanması için harcanacak çaba, bütün işlemin ekonomik sınırlarda yürütülebilmesi için önem arz eder.

Üretimin gerçekleştirileceği bir ormanda, bölmeden çıkarmanın sürdürülebilmesini sağlayacak transport tesislerinin yapımı ile kullanılacak ekipmanın seçimi, ve bunlardan optimum faydalanmayı sağlamak için yürütülen çalışmaların tümüne transport plânlanması adı verilmektedir. Bölmeden çıkarma işlemlerinin, mevcut arazi şartlarında, elde bulunan imkânlarla, en ekonomik şekilde gerçekleştirilebilmesi ancak dikkatle düzenlenmiş bir transport plânı ile sağlanabilir. Bu amaçla, araştırmanın ileriki safhalarında da detaylı olarak açıklanacağı şekilde, transport plânları;

- Düz ve az eğimli (% 25-30) arazilerde, 400 m uzaklığa kadar, kesilmiş yada tomruklanmış ağaçlar, tarım ve orman traktörleri ile, sürütme şeritleri içinden sürütülerek bölmeden çıkarılabilirler,
- Daha dik (% 55'e kadar) eğimli arazide, 500 m'ye kadar, tomrukların, yine benzer ekipman kullanılarak, sürütme yolları içinden sürütülerek bölmeden çıkarılabilirler,
- Eğimin daha yüksek olduğu (> %55) ve dolayısı ile sürütme yolu yapımının, yaratacağı aşırı maliyet ve çevresel sorunlar sebebi ile tercih edilmeyeceği durumlarda ise, tomruklar kısa mesafeli veya mobil vinçli hava hatları kullanılarak 500-800 m ye kadar bölmeden çıkarılabilirler,
- Her üç ihtimalinde uygulanabilmesi, hasat çalışmalarının yürütüleceği orman arazisinin bir yol şebekesi ile donatılmış olmasına bağlıdır. Orman yolları, bunlardan yararlanacak olanların güvenliği ve oluşturacağı çevresel sorunlardan dolayı % 70 yamaç eğimi üzerinde, inşa edilmemelidirler. Eğimi % 70'i aşan yamaçlarda sekonder nakliyatı gerçekleştirmek için uzun mesafeli vinçli hava hatlarından yararlanılabilir,

ilkeleri ışığında şekillendirilirler (BAYOĞLU, 1997). Asıl nakliyat plânlamasını teşkil eden yol şebekesi plânı ile primer transportun düzenlenmesini sağlayan transport plânları birbiri ile çok yakından ilişkilidir.

Yollar inşa edildiğinde, çıplak mineral toprak, atmosfer etkilerine açık bir hale gelir. Toprağın, suyun gücü ile hareket edebilir hale gelmesi çok daha kolay bir hal alır. Sediment harekete geçtiğinde gideceği yer mutlaka bölgede daha aşağı yükseltilerde bulunan bir dere yatağı olacaktır (BELT, 2004).

Orman yolları inşaatı kesimlere kıyasla daha fazla arazi kaymalarına sebep olmaktadır. Çünkü yol inşaatında yol yamaç arazi alt toprak ve anamateryal içerisinde derinlere kadar kesilmektedir. Yapılan derin kazılar heyelana hassas yamaçlarda eğim yönündeki yamaç desteklerini ortadan kaldırmakta ve kuvvetler dengesini bozmaktadır. Yol güzergâhı boyunca yapılan dolgu kütleleri de genellikle gevşek yapıda olduklarından, gerekli önlemlerin alınmadığı durumlarda, çeşitli etkenlere bağlı olarak, eğim yönünde erozyon ve akmlar şeklinde sorunlar yaratmaktadır. Diğer taraftan, yamaçtaki kazı alanları ve yollar boyunca oluşan yüzeysel sular birikerek çoğu kez uygun olmayan alanlara yönlendirilmekte ve böylece gerek yüzeysel akışlarla gerekse kayma düzlemine kadar suların sızması ile arazi kaymaları ihtimali büyük ölçüde artmaktadır. ABD'nin Oregon eyaletinde yürütülen çalışmalarda, sadece % 1.8'i orman yolları ile kaplı bir ormanlık alanda oluşan toprak kayması sayısının, aynı koşullara sahip ancak üzerinde yol bulunmayan bir orman alanında meydana gelen toprak kaymalarından 315 kez daha fazla olduğu, kesim yapılmış orman alanlarındaki arazi kaymaları sayısının ise, kesim görmemiş ve yol yapılmamış orman alanlarındaki arazi kaymaları sayısından yalnızca 10 kez fazla olduğu tespit edilmiştir (BALCI, 1996).

Zamanla ormanların yönetiminde, sadece odun hammaddesinin üretilmesi ve devamlılığının sağlanması perspektifinden dışarı çıkılıp, daha geniş bir manada: su kalitesinin devamlılığının sağlanması; toprak erozyonu, heyelan, sel ve çığ gibi bir ülkenin yerine konulması çok zaman alan önemli kaynaklarının yok olmasının ve maddi manevi yıkımlara yol açan tabii afetlerin engellenmesi; yabani hayvanların yaşam ortamlarının muhafaza edilmesi; istenmeyen gürültü, rüzgâr ve toz etkilerinin kontrol altında tutulması; birçok faydaları olan sayısız bitki türlerini barındırarak, biyo-çeşitliliğin devamının sağlanması; rekreasyona uygun özelliklerin, görsel güzellik ve zenginliğin korunması gibi konularında göz önünde bulundurulması zorunluluğu doğmuştur.

Yönetilmesi gereken, çeşitli ve çoğunlukla birbiri ile rekabet halindeki bu kaynaklara ilaveten, işletme plânlamasını daha da karmaşık hale getiren, mekânsal ve zamansal unsurlarında göz önünde bulundurulması gerekliliğidir. Ormancılık faaliyetlerinin plânlanması hem orman hem de insanların ihtiyaç duydukları kaynakların birlikte analiz edilmesini içerir. Toplumun sürekliliği, bölgesel ekonomik dengelerin korunması, mali sorumluluklar ve benzeri daha niceleri, günümüzde orman yönetiminde plânlamayı yapanların masalarında bulunması gerekli olan unsurlardır. Bu anlatılanlara ilaveten işletmeci hiçbir zaman tam manasıyla yeterli bilgi ve uzmanlık gerektiren ekolojik yaklaşıma sahip olamayacaktır.

Orman ekosistemi içinde konusu ne olursa olsun, plânlama yapmak öteden beri karmaşık bir iş olmuştur. Mükemmel bir plân oluşturmak hemen hemen imkânsızdır, çünkü her bir plân yetersiz ve çoğunlukla birbiri ile çatışmada olan farklı objektiflere dayanmaktadır. Mükemmel bir işletim plânına ulaşamayacak olduklarını bilmeleri, yinede plânlamacıları durdurmamaktadır çünkü işletim kararlarının dayanacağı yeterli bilgiye ulaşmak için manasız yere beklemek yanlış olacaktır. Ormancılık teknoloji ve tekniklerinin gelişmesi ve ormanların odun temin etmenin dışında taşıdıkları önemin daha iyi anlaşılması, orman yolları söz konusu olduğunda, kâğıt üzerindeki planların sürekli güncellenmesini gerekli kılmaktadır. Yapılan düzenlemeler sonucu ülkemiz için öngörülen 201.810 km'lik orman yol uzunluğunun, 1998 yılı sonu itibarı ile % 65,75'inin inşa edilmiş olduğu belgelenmiştir (ERDAŞ ve GÜMÜŞ, 2000).

Yeteri kadar destekleyici bilginin bulunmadığı bir durumda, söz konusu bir plânın hazırlanması, plânların her zaman değiştirilebilir ve plânlama süresince esnek nitelikli olmasına, bağlıdır. Plânlama sürecine ne kadar esneklik katılırsa, plânların, yanlış yada beklenen optimum'dan uzak politika, faaliyet yada yatırımlara, geri dönüşü olmaz bir şekilde bağlanmalarına engel olunabilir.

Sorunu basite indirmek gerekirse, plânlama metotları ulusal amaçlar gibi büyük ölçekli hedeflerden, meşcere işletim planları gibi küçük ölçekli hedeflere kadar geniş bir yelpazede incelenebilirler. Plânlama metotlarında günümüzün teknolojik gelişmelerinden de faydalanılabilmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) bu noktada plânlayıcılara, karar mekanizmasında olanlara ve kullanıcılara büyük kolaylıklar ve imkânlar sunar. Kendi başına düşünüldüğünde, orman envanteri haritalarını güncellemek için CBS kullanımı, daha önceleri büyük oranlarda el emeği gerektiren işlevlerin, bilgisayar teknolojisi kullanılarak bir dereceye kadar otomasyona sokulmuş kartografik işlemlerden biraz daha ileri gidilmesi olarak ifade edilebilir. CBS'nin ilişki kurabilme kabiliyeti bu iki disiplini birbirinden kesin çizgilerle ayırmaktadır. CBS konumuz olan ormancılık ya da farklı herhangi bir disipline ait bilgiyi, daha önce yapılamayan bir şekilde, depolayıp, analiz edebilmektedir (ARONOFF, 1993). Bir meşcere içindeki hasat edilmesi gereken ağaç miktarı hesaplanabilir, orman yangınlarının muhtemel yayılış güzergâhları modellenilebilir, hasat plânları geliştirilip, alternatifleri ile kıyaslanabilir, nakliyat planlarına dayanak teşkil edecek arazi sınıflandırmaları gerçekleştirilebilir. CBS'nin işlem gücü sayesinde birçok alternatif, bir arada hızlı şekillerde değerlendirilebilir.

1.2. Arazi Modelinin Oluşturulması

Çalışma, 2366 ha'lık Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Büyükdüz Araştırma Ormanı İşletme Şefliğine bağlı orman arazisi üzerinde yürütülmüştür. Araştırma alanını barındıran Zonguldak F29-a4 paftası, bilgisayarda ArcMap 8.3 ve ArcInfo Workstation 8.0.1 paket ve uygulamaları kullanılarak koordinata oturtulmuştur, 11 adet referans noktası kullanılmış ve Afın dönüşümü uygulanmıştır. Koordinatlandırılmış pafta kullanılarak, çalışma dâhilinde ihtiyaç duyulacak katmanlar; çalışma alanı sınırı, eşyükselti eğrileri, anakaya tipleri, su kaynakları, mevcut orman yol sınırı, bölme ve bölmecik sınırları, hakim tepeler, topoğrafik engeller ve dere geçiş noktaları, ayrı ayrı oluşturulmuştur. Ardından, arazinin topoğrafik yapısının ne şekilde olduğunu tespit etmek için öncelikli hedef olarak 3 boyutlu arazi modelinin oluşturulması üzerine yoğunlaşmıştır. Bunun için, sayısallaştırılırken, her bir eğrinin yükseklik değeri, katmanın öznitelik tablosuna girilmiş olan, eş yükselti eğrileri katmanı kullanılmıştır. Sayısallaştırmayı takiben, Düzensiz Üçgenleme Şebekesi (DUS) (Triangulated Irregular Network), uygulanarak 3 boyutlu arazi modeli elde edilmiştir. Bu model üzerinden eğim ve bakı analizleri gerçekleştirilmiştir (minimum hücre ebadı 5 m)

Sayısal arazi modelleri, topoğrafik analiz ve planlama amaçları için çok yönlü bilgiler içerdiği, 90'lı yılların başlarından beri yürütülen çalışmalarla iyice pekiştirilmiştir. Eğim gruplarının bu modeller üzerinden belirlenmesi ile erozyona müsait bölgelerin ortaya çıkarılması ve erozyon önleme çalışmalarında büyük faydalanmalar sağlanmaktadır. Alınacak tedbirlerin belirlenmesinde sağlanacak yarar ve ilgili diğer meslek gruplarının da katılımı ile erozyon çalışmalarında, başarılı sonuçlar elde edilebilmesi mümkün olabilmektedir (TOZ ve AKYÜZ, 1991).

1.3. Orman Arazisinin Yol Yapımına Uygunluk Sınıflarının Belirlenmesi

Orman içinde nakliyat şebekesi oluşturmak, uyum içinde yaşayan bir ortama dışarıdan bir müdahale uygulamak şeklinde algılanabilir. Herhangi bir kullanma şekline uygun düşmeyecek biçimde arazinin kullanılması durumunda meydana gelebilecek istenmeyen durumları (erozyon) bazı mekanik tedbirlerle sürekli olarak önlemeye çalışmak zor bir o kadar pahalıdır. Bu nedenle her arazinin sahip olduğu özellikler ve toprak nitelikleri göz önünde bulundurularak uygun olacak bir kullanmaya tabi tutulması toprak muhafazasının ana ilkesidir (BALCI, 1996).

Ormancılıkta, transport planlarının oluşturulması, orman ekosistemlerinin yönetilmesinin bir parçasıdır. Ekosistemlerin sorunsuz işleyişleri, birçok unsurun katkısı sayesinde gerçekleşmektedir. “Çok Kriterli Karar Verme” (ÇKKV) yöntemleri günümüzde ekosistem yönetimi işlevlerini ilgilendirecek sorunların çözüme kavuşturulmasında yaygın olarak kullanılan bir yöntem haline gelmiştir. Sistem, ilgili bütün kişi ve kurumların (bu çalışmada sadece orman idaresi) karar verme sürecine katılmasını gerektirir. Çünkü ne kadar çok beklentiye cevap verilebilirse o kadar iyi bir iş çıkartılmış olacaktır. Ekosistem işlevlerinin modellenmesinde, o ekosistem yönetiminde kritik olabilecek bütün değerler, biyo-çeşitlilik, sağlık, üretim, sürdürülebilirlik vb önemli rol oynamaktadır. Ayrıca, bireysel tercihler ve beklentiler de modelleme sürecinde yer almaktadır. Karar verici, karar hiyerarşisini oluşturmak için konu ile ilgili bütün kriterleri ve bunların alternatiflerini tespit ederek işe başlar. Arazi uygunluğunu tespit etmek için, CBS ile bütünleştirilmiş bir ÇKKV, karar vericiler için, önemli avantajlar sağlamaktadır. CBS'nin, arazi uygunluğunu ve belirlenen uygunlukların

farklı derecelerinin özellikli alanlarda yada coğrafi bölgelerde nasıl sonuçlar verebileceğini, mekânsal olarak değerlendirme araçları önemli kolaylıklar sağlamaktadır. CBS ve ÇKKV birlikteliği aynı zamanda, özellikli mekânsal ve coğrafi bölgelerde, alan tahsislerine imkân vermektedir. Bu yüzden, birliktelik CBS'nin mekânsal yeteneği ile ÇKKV'nin analitik gücünün birleştirilmesi açısından önem taşır. Üzerinde bir çalışma yürütülecek bir arazinin, o çalışma için yeterli olup olmadığının tespit edilmesi bir ÇKKV problemidir. Arazi uygunluk analizi, çeşitli faktörleri içeren bir değerlendirme/karar verme sürecidir. Formüle edilmesi gerekirse, basitçe:

$$S = f (x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1)$$

S = uygunluk ölçütü

$x_1, x_2, \dots, x_n$ = alanın uygunluğuna etki eden unsurlar, şeklinde ifade edilebilir.

Daha ayrıntılı olarak açıklanacak olursa, CBS tabanlı bütünleşik bir model sayesinde, arazi kullanım kararlarının farklı seviyelerde plânlanabilmeleri ve optimize edilebilmeleri için aşağıdaki olanaklar sağlanabilir (MENDOZA, 2000):

- 1) farklı faktörlere ve özel arazi kullanımlarına dayalı alan değerlendirme imkânları
- 2) farklı faktörlerin birlikte değerlendirilmesine dayalı uygunluk değerlerinin oluşturulması
- 3) özel alan uygunluklarını ve en uygun alan yada alanlarda kullanılması ön görülen arazi tahsis şeklini, birlikte değerlendiren, en uygun arazi kullanım plânlarının oluşturulması.

ÇKKV sistemi temelde karar vermek için kriterleri belirlemeye, kriterlere ağırlık vererek kararı derecelendirmeye dayanmaktadır. Karar seçiminden sonra da hata analizi işlemleri yapılmaktadır. Orman arazisinin yol yapımına uygunluk sınıflarının CBS tabanlı ÇKKV sistemi ile belirlenmesi için, sayısallaştırma esnasında elde edilen anakaya, yol yapımını güçleştirecek yada imkânsız kılacak zeminler ve su kaynakları (etraflarına dere kenarları koruma kuşakları uygulanmış) ve arazi modelinin oluşturulmasını takiben elde edilen eğim ve baki, verilerinden yararlanılmıştır.

1.3.1. Eğim Sınıflarının Sisteme Girilmesi

Eğim verisi DUS yöntemi ile oluşturulmuş 3B sayısal arazi modeli kaynaklı olarak, 5 m lik piksel boyutu kullanılarak, araziye 9 eğim grubunda ifade edecek şekilde sınıflandırılmıştır. Çok küçük alanların oluşturduğu aşırı parçalı görünümü, fazla genellemeye neden olmadan sadeleştirmek ve daha anlamlı bir görsellik elde edebilmek için, oluşturulan orijinal eğim verisi, üzerindeki 3000 m² den küçük alanları ifade eden eğim grupları, kendi aralarında yada bitişiklerindeki 3000 m² den büyük alanları ifade eden eğim gruplarına birleştirilerek yada dahil edilerek, yeniden örneklenmiş ve minimum boyutu ≥ 3000 m² lik alanlardan meydana gelen, başlangıçtan beri analizlerde kullanılan eğim grupları verisi oluşturulmuştur. Eğim grupları, % 0-283 arasında değişen 9 sınıfta ifade edilmişlerdir. Eğiminin %70 sınırını aştığı yamaçlarda, yol gövdesinin büyük kısmının, dolgu yapılarak oluşturulacak taban üstünde kalacağından, yol ve trafik emniyetleri açısından sakıncalı olmakta, bu çeşit arazilerde, ormanların işletmeye açılabilmesi için alternatif yöntemler tavsiye edilmektedir (BAYOĞLU, 1997). Eğim grupları incelendiğinde, arazinin % 72 si üzerinden yol geçirilebilir, % 28 inden ise geçirilemez sonucuna varılmaktadır. Yol geçirilmesinde sakınca olmayan % 70 sınırına kadar uygun yamaç eğimi 3 alt gruba daha ayrılmıştır (Tablo 1). Böylece 9 eğim sınıfında ifade edilmekte olan arazi, ÇKKV sistemine, 3'ü yol yapımına uygun, 2'si uygun olmayan 5 eğim sınıfında dâhil edilmiştir.

% Eğim	Alan (ha)	Uygunluk Derecesi
0 - 12	49.48	1. derece uygun = 1
12 - 30	121.73	1. derece uygun = 1
30 - 43	560.53	2. derece uygun = 2
43 - 57	643.96	2. derece uygun = 2
57 - 70	332.84	3. derece uygun = 3
70 - 84	275.51	uygun değil = 4
84 - 104	308.73	uygun değil = 4
104 - 136	59.57	uygun değil = 5
136 - 283	13.65	uygun değil = 5
Toplam	2366	

Tablo 1: Plânlanacak yol şebekesine girilecek “eğim” uygunluk değerleri

1.3.2. Bakı Özelliklerinin Sisteme Girilmesi

Yol güzergâhının plânlanmasında bakı, güneşlenme miktarı ve düşen yağış miktarı ve tipi gibi özellikleri dolayısıyla önem arz eder. Ancak, bakı kendi başına düşünüldüğünde yol yapımını, eğim örneğinde olduğu şekilde (%70 yamaç eğimi üzeri yol yapımına uygun değil), kesinlikle engelleyici bir niteliğe sahip değildir, çünkü düzgün inşaat uygulamaları ile bakıdan kaynaklanan sorunları gidermek mümkündür. Güneyli bakıların (GB-G-GD) güneşlenme oranları diğer bakılara kıyasla daha iyidir, kuruması iyi olan yüzeyler oluşturur, bu yüzden birinci öncelikli tercih edilebilir alanlar yaratırlar. Batı bakısı, güneyli bakılar kadar olmasa da, doğu ve kuzeyli bakılara nazaran, daha az yağış ve daha fazla güneşlenmesi nedeniyle ikinci öncelikli tercih edilebilir alanlar yaratır. Kuzey ve kuzeybatı yağışı, yağmur biçiminde, en fazla alıp, daha az güneşlenmeye maruz kaldıkları için üçüncü öncelikli tercih edilebilir alanlar yaratır. Doğru ve kuzeydoğu ise yağışı kar biçiminde alıp en az güneşlenmeye maruz kaldıkları için dördüncü öncelikli tercih edilebilir alanlar yaratır. Çok fazla yer tutmayan düz araziler ise üzerlerinde toplanabilecek suyun uzaklaştırılmasında karşılaşılabilecek sorunlar nedeniyle beşinci öncelikli tercih edilebilir yerler olarak atanmışlardır (Tablo 2). Bu şekilde sınıflandırıldığında, derecelendirilmeleri farklı 5 uygunluk sınıfı oluşturulmuştur.

Bakı	Alan (ha)	Uygunluk Derecesi
Güney	252.09	1. derece uygun = 1
Güneydoğu	362.45	1. derece uygun = 1
Güneybatı	324.32	1. derece uygun = 1
Batı	399.34	2. derece uygun = 2
Kuzey	122.33	3. derece uygun = 3
Kuzeybatı	214.91	3. derece uygun = 3
Doğu	353.89	4. derece uygun = 4
Kuzeydoğu	232.14	4. derece uygun = 4
Düz zemin	104.53	5. derece uygun = 5
Toplam	2366	

Tablo 2: Plânlanacak yol şebekesine girilecek “bakı” uygunluk değerleri

1.3.3. Dere Koruma Kuşaklarının Sisteme Girilmesi

Buraya kadar yürütülen incelemeler sonucunda, mevcut derelerin, kenarlarından ilk 60 m lik kuşak dahilinde zorunluluk halleri dışında kesinlikle müdahaleye yer verilmemesi prensibi benimsenmiştir. Bu noktadan hareketle 60 m lik bu koruma kuşakları ormanın 770 ha lık bir kısmına yayılmış olduklarından, arazinin % 68 i üzerinden yol geçirilebilir, % 32 sinden geçirilmemelidir sonucuna ulaşılmıştır (Tablo 3).

Kuşak (m)	Alan (ha)	Uygunluk Derecesi
Ç. Alanı Sınırı - 40	1605	Uygun = 1
40 - 60	294	Uygun = 1
60 - Dere Kenarı	467	Uygun Değil = 2
Toplam	2366	

Tablo 3: Plânlanacak yol şebekesine girilecek “koruma kuşakları” uygunluk değerleri

1.3.4. Anakaya (Jeoloji) Özelliklerinin Sisteme Girilmesi

Yetişme ortamı özellikleri bölümü altında, anakaya ve toprak alt başlığı dahilinde ayrıntılı bilgi verilmiş olan bölge jeolojisinden, üç anakaya tipi, “kumtaşı”, “çakıltası” ve “şeyl”, bağlanma ve tabakalaşma özellikleri dolayısıyla, kısıtlayıcı olmayan ancak dereceleri farklı uygunluk sınıflarına ayrılmışlardır. **Kumtaşı**, sahip olduğu küçük parçacıkların birbirlerine fazla boşluk bırakmadan yapışması sonucunda fazla kırılkan olmayan, erozyona diğer ikisine nazaran daha dayanıklı bir anakaya olması sebebiyle 1. derece uygun olarak, **çakıltası**, parça boyutunun kum taşına oranla daha büyük olması ve dolayısı ile meydana gelen fazla boşluklu yapısı dolayısı ile 2. derece uygun, **şeyl** ise bir tabaka sağlam bir tabaka gevşek, yapılanması dolayısıyla 3. derece uygun olarak, derecelendirilmişlerdir (Tablo 4).

Anakaya	Alan (ha)	Uygunluk Derecesi
Kumtaşı	600	1. derece uygun = 1
Çakıldaşı	923	2. derece uygun = 2
Şely	843	3. derece uygun = 3
Toplam	2366	

Tablo 4: Plânlanacak yol şebekesine girilecek “anakaya” uygunluk değerleri

1.3.5. Güzergâhı Güçleştirecek Arazi Engellerinin Sisteme Girilmesi

2366 ha lık araştırma ormanı dahilinde, alansal açıdan çok fazla yer tutmayan (26 ha), ancak yol güzergâhının oluşturulması esnasında, aşılması güç, inşaatı geciktirici, maliyet arttırıcı, büyük kayalık kütlelerin yer aldığı, kaçınılması gereken yerler bulunmaktadır. Bunların bulundukları yerleri, sisteme girmek, yol güzergâhını mümkün ise bunların etraflarından dolaştırarak, değilse en kısa mesafede nasıl aşılabileceklerine, karar vermek yönünden önem taşımaktadır (Tablo 5).

Arazi	Alan (ha)	Uygunluk Derecesi
Kayalık değil	2340	Uygun = 1
Kayalık	26	Uygun değil = 2
Toplam	2366	

Tablo 5: Plânlanacak yol şebekesine girilecek “arazi engelleri” uygunluk değerleri

Bu çalışmada yol yapımı yetenek sınıfları altlığının oluşturulabilmesi için, beş özellik kullanılmıştır. Bu çeşit bir sınıflandırma, beklenecek sonuca ve bunda söz sahibi ya da faydalanıcı olacak, kişi, kurum ve karar mekanizmalarının düşünce ve istekleri doğrultusunda, burada kullanılan daha az ya da çok sayıda özellik kullanılarak da gerçekleştirilebilir. Bu tamamen, elde bulunan veya temin edilebilecek verilerin, mevcudiyeti ve güvenilirliği ile ilgilidir. Ülkemizde yol yoğunlukları hesaplanırken konu ile doğrudan ilişkilendirilen, servet (m^3/ha), burada sisteme dâhil edilmemiştir, çünkü çalışmanın yürütüldüğü orman üretim yapılmamakta bir araştırma ormanı olarak kullanılmaktadır; ayrıca arazinin tamamında hektardaki servet, minimum yol aralık mesafesi olan 500 m nin rahatlıkla uygulanabilmesine imkân tanıyacak şekilde, $250 m^3$ ve üzeridir. Biyo-çeşitlilik yada habitat tahsisıyla ilgili bölgede yapılmış yada yapılmakta olan bir çalışma olmadığından, ayrıca araştırma ormanı niteliği dolayısıyla içerisinde bir yerleşime de rastlanılmadığı için, veritabanının daha fazla sayıda girdi ile çeşitlendirilmesi mümkün olmamıştır.

1.3.6. Arazi Uygunluk Sınıfları Verisinin Elde Edilmesi

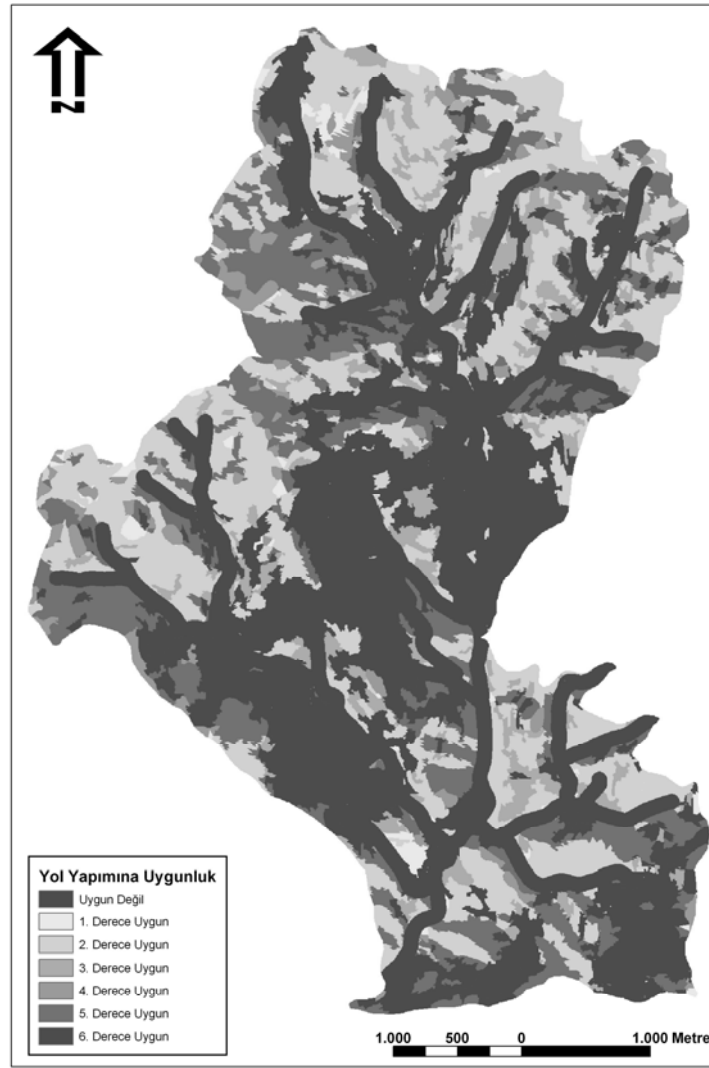
Arazi uygunluk sınıfları verisi, bir ormanlık alanın işletmeye açılabilmesi için bir nakliyat şebekesi ile donatılması gerektiğinde plânlanacak yeni nakliyat şebekesinin gerçekleştirilebilmesi için bir altlık olarak kullanılabilir. Araştırma ormanı dâhilinde yol inşasına uygun olan ve olmayan yerler, bu harita üzerinde belirtilmiş olduğu için, yeni plânlanacak yolların, güzergâhlarının tayini, birinci öncelikli olarak bu veriye dayandırılabilir (Tablo 6).

Eğim Uy. De.	Bakı U. D.	Dere K. K. U. D.	Jeoloji U. D.	Arazi Engl. U. D.	Arazi U. D*.
1	3	1	3	1	4. derece uygun
1	2	1	1	1	1. derece uygun
1	4	3	3	1	Uygun değil
1	1	1	3	1	1. derece uygun
2	1	3	2	1	Uygun değil
2	3	1	1	1	5. derece uygun
2	1	1	1	1	2. derece uygun
2	1	2	3	1	2. derece uygun
3	4	2	3	1	6. derece uygun
3	1	2	1	1	3. derece uygun
3	1	2	2	1	3. derece uygun
3	4	1	3	1	6. derece uygun
3	1	3	3	1	Uygun değil
4	5	1	2	1	Uygun değil

(U.D* = Uygunluk Derecesi)

Tablo 6: Kullanılan özelliklerin uygunluk derecelerinin bir arada değerlendirilmesi sonucu oluşan yol uygunluk sınıfları verisi öz niteliklerinden bir parça

Arazi yetenek sınıflarının, belirlenmesi için 5 farklı özellik kullanılmış olmasına rağmen, eğim ve dere koruma kuşakları, karar vermede özellikle etkili olmuşlardır (ALTUNEL, 2006). Eğim'in %70'den fazla olduğu yerlerin tamamı, dere koruma kuşaklarının, dere yataklarından her iki yönde uzanan ilk 60 m lik bant içinde kalan her yer ve arazide karşılaşılabilecek engellerin güzergâhı zorlayacağı, bütün alanlar yol yapımına uygun olmayan yerler olarak belirlenmiştir. Uygun olmayan yerler dışında kalan alanlar da, uygulanacak bölmeden çıkarma tekniğini ilgilendirecek şekilde altı alt bölüme ayrılmıştır. Bu bölümlerden, yamaç eğimi % 30'u geçmeyen, güney ve batı bakılarda yer alan, çalışma alanı sınırlarından, dere yataklarının her iki tarafında yer alması uygun görülen 60 m'lik bant'a kadar olan, her üç anakaya tipi üzerinde de yer alabilen, arazide engellere rastlanılmayan her yer, birinci öncelikli tercih edilecek alanlar olarak sınıflandırılmışlardır. Yamaç eğimi % 30'a kadar, kuzey ve doğu bakılar ile düz zeminler de yer alan, dere yataklarının her iki tarafında yer alması uygun görülen 60 m lik bant'a kadar olan, her üç anakaya tipi üzerinde de yer alabilen, arazi engellerine rastlamayan her yer ikinci öncelikli tercih edilecek alanlar olarak sınıflandırılmışlardır. Yamaç eğimi % 30–57 arasında olan, güney ve batı bakılarda yer alan, çalışma alanı sınırlarından, dere yataklarının her iki tarafında yer alması uygun görülen 60 m lik bant'a kadar olan, her üç anakaya tipi üzerinde de yer alabilen, topoğrafik engellere rastlamayan her yer üçüncü öncelikli tercih edilecek alanlar olarak sınıflandırılmışlardır. Yamaç eğimi % 30–57 arasında olan, kuzey, doğu bakılar ve düz zeminler de yer alan, dere yataklarının her iki tarafında yer alması uygun görülen 60 m lik bant'a kadar olan, her üç anakaya tipi üzerinde de yer alabilen, arazi engellerine rastlamayan her yer, dördüncü öncelikli tercih edilecek alanlar olarak sınıflandırılmışlardır. Yamaç eğimi % 57–70 arasında olan, güney ve batı bakılarda yer alan, çalışma alanı sınırlarından, dere yataklarının her iki tarafında yer alması uygun görülen 60 m lik bant'a kadar olan, her üç anakaya tipi üzerinde de yer alabilen, topoğrafik engellere rastlamayan her yer beşinci öncelikli tercih edilecek alanlar olarak sınıflandırılmışlardır. Yamaç eğimi % 57–70 arasında olan, kuzey ve doğu bakılar ile düz zeminler de yer alan, dere yataklarının her iki tarafında yer alması uygun görülen 60 m lik bant'a kadar olan, her üç anakaya tipi üzerinde de yer alabilen, topoğrafik engellere rastlamayan her yer, altıncı öncelikli tercih edilecek alanlar olarak sınıflandırılmışlardır. Öncelik açısından farklı derecelendirilmiş olmalarına rağmen, bütün sınıflar yol güzergâhının geçirilmesi açısından uygun olarak nitelendirilmişlerdir. Çünkü, yol plânları yapılırken, arazi yetenek sınıflamasının yol gösterici olduğu bir ortamda, topoğrafik yapıya uyumlu, belirlenmiş eğim sınırlarının aşılmadığı, bir güzergâhı oluşturmak, çok daha sağlıklı hizmet edecek bir nakliyat şebekesinin oluşturulabilmesine imkân sağlayacaktır (Şekil 1).



Şekil 1: Nakliyat şebekesine temel teşkil edecek arazi sınıflaması

1.4. Sonuç

Ormanların sağladıkları bunca yarar, onların varlıkları devam ettikçe, insanlığın hizmetinde olacaktır. Günümüzde, bu değerli kaynaktan devamlı faydalanmayı sağlayabilmek için, “sürdürülebilir yönetim stratejileri” ormancılığa da uygulanmaktadır. Ağaç türlerine, içinde bulundukları bölgelere, iklim gruplarına ve yaşam alanlarına, işletilme zamanlarına, piyasa taleplerine, vb bağlı olarak yönetim plânları oluşturulmaktadır. İdare süreleri sonuna gelmiş ormanların, hasat edilmesi ve akabinde sahaların yeniden ağaçlandırma çalışmalarına uygun hale getirilebilmesi, ormanların bulundukları arazilerin, iyi plânlanmış nakliyat şebekeleri ile donatılmış olması ile doğrudan ilişkilidir. Hasat edilecek ormanlık arazilerin, her tarafına, erozyon ve benzeri olumsuz sonuçlar doğurmadan, erişebilmek ve hizmet götürebilmek, bu kıymetli kaynaktan maksimum faydalanmanın sağlanabilmesi için önemlidir. Coğrafi Bilgi Sistemleri bugün, ulaşılan, veri yönetimi, depolaması, analiz ve sunum kabiliyetleri neticesinde, dünyanın her tarafında, plânlama işlevlerinin vazgeçilmez bir yardımcısı konumuna gelmiştir. Yalnız başına kullanıldığında dahi, birçok sorunun çözümünde faydalı olan CBS, ilave yöntem ve araçlarla bütünleştirildiğinde daha da ayrıntılı işlevler gerektiren durumlarında üstesinden kolaylıkla gelebilmektedir.

Bu çalışmada, yeniden planlanması düşünülen bir orman yol şebekesi için, sağlam bir referans olacağı düşünülerek, “Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi” ile desteklenmiş bir CBS ortamında tasarlanmış, bir arazi sınıflaması yapılmıştır. Araştırma sonucunda, arazi sınıflandırması temel alınarak yeniden planlanan yol şebekesinin, sadece kendi başına düşünüldüğünde, eski şebekeye oranla % 7 daha az inşaat gerektirmesine rağmen, ormana % 3 oranında daha fazla hizmet götürebildiği, yeni şebekenin, ilave tesisler ile desteklenmesi durumunda ise, işletmeye açma oranının % 19,7’ ye

Orman Nakliyat Planlamasında Arazi Sınıflandırmasının Önemi

(bütün ormanın % 96,9'üne erişilebilir) kadar yükseltilebileceği, eski yol şebekesine oranla, ünite içinde yer alan sulak ekosistemlerle etkileşimin % 16,6 oranında daha az olacağı tespit edilmiştir. Elde edilen rakamsal kazanımlar, ilk bakışta küçük görülse de, çalışmanın yürütüldüğü alan sınırlarında elde edilen bu değerlerin, bu çeşit bir plânlama daha büyük alanlarda, daha fazla girdi ile tekrarlandığı takdirde, katlanarak artacağı açıktır. Çok ihtimalli, daha fazla girdinin sisteme dahil edilebileceği uygulamalarda, sorgulama mekanizmasına, bulanık mantık (fuzzy logic)'ı da dahil etmenin, sınıflandırma sonuçlarını daha etkin hale getireceği öngörülebilmektedir.

KAYNAKLAR

ALTUNEL, A. O., 2006, *Ormancılık Uygulamalarının CBS ile Entegrasyonu*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 145 s.

ARONOFF, S., 1993, *Geographic Information Systems: A Management Perspective*, WDL Publications, 0-921804-91-1, 294 s, Ottawa, Canada.

BALCI, N., 1996, *Toprak Koruması*, İ.Ü. Yayın No: 3947, Orman Fakültesi Yayın No: 439, 975-404-423-6, 490 s, İstanbul.

BAYOĞLU, S., 1997, *Orman Transport Tesisleri ve Taşıtları*, İ. Ü. Yayın No: 3969, Orman Fakültesi Yayın No: 434, 975-404-430-9, 446 s, İstanbul.

BELT, K., 2004, *Best Management Practices—Soil & Water Conservation*, Center for Agriculture, Natural Resources & Community Development, West Virginia University, Extension Service, www.wvu.edu/~agexten/forestry/bestprac.htm.

ERDAŞ, O., GÜMÜŞ, S., 2000, *The Use of Geographical Information Systems in Selecting Forest Road Routes*, Turkish Journal of Agriculture and Forestry Volume 24, Issue 5, s 611-620.

MENDOZA, G., 2000, *A GIS-Based Multicriteria Approaches to Land Suitability Assessment and Allocation*. Proceedings of the Seventh International Symposium on Systems Analysis in Forest Resources, USDA Forest Service General Technical Report, NC-205. 470 s, May 28-31, Traverse City, Michigan, s 89-94.

TOZ, G., AKYÜZ, F., 1991, *Erozyon Belirleme Çalışmalarında Sayısal Arazi Modellerinin Kullanılması*, 3. Harita Kurultayı, TMMOB, Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 28 Ocak-1 Şubat 1991, 12 s.